

## ALELOPATSKA AKTIVNOST AUTOHTONIH I INVAZIVNIH VRSTA BILJAKA PLAVNIH STANIŠTA VELIKE MORAVE

Filip Grbović<sup>1</sup>, Snežana Branković<sup>1</sup>, Marina Topuzović<sup>1</sup>

**Izvod:** Alelopatska aktivnost izabranih autohtonih (*Salix alba* L., *Populus alba* L., *Populus nigra* L.) i invazivnih (*Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Celtis occidentalis* L., *Robinia pseudoacacia* L.) vrsta plavnih staništa Velike Morave ispitana je kroz inhibiciju klijanja i rasta klijanaca indikatorske vrste *Lactuca sativa* L. U radu je korišćena sendvič metoda – alelopatski biotest sa agaroznom podlogom. Rezultati alelopatskih biotestova pokazuju da alelopatski potencijal donorskih vrsta opada po sledećem redu: *A. fruticosa* > *C. occidentalis* > *R. pseudoacacia* > *S. alba* > *A. negundo* > *P. alba* > *P. nigra*. Invazivne vrste pokazuju veću alelopatsku aktivnost u odnosu na autohtone, što može biti doprinos hipotezi o alelopatiji kao „novom oružju“ invazivnih vrsta.

**Glavne reči:** invazivne vrste, alelopatija, inhibicija rasta, plavna staništa.

### Uvod

Invazivne biljne vrste imaju višestruke uticaje na biljne zajednice i direktno ali i indirektno utiču na fizičko-hemijske karakteristike zemljišta i funkcionisanje ekosistema. Neke invazivne vrste mogu da steknu kompetitivnu prednost u odnosu na autohtone aktivnim i pasivnim oslobađanjem jedinjenja ili kombinacije jedinjenja koja su jedinstvena i nova za biljne zajednice: “hipoteza novog oružja” (novel weapon hypothesis) (Callaway and Ridenour, 2004.).

Ekološki uticaj invazivnih vrsta ogleda se u najrazličitijim načinima. Tako invazivne biljne vrste zauzimaju ekološki prostor autohtonim vrstama, koriste vodu i hranjive materije, menjaju uslove u staništu. Takođe, one utiču na sastav, strukturu i dinamiku zajednica, zatim izlučuju supstance koje negativno utiču na rast i razvoj drugih biljaka, hibridizuju sa nativnim vrstama i na njih prenose različite bolesti.

Alelopatska aktivnost može biti jedan od ključnih mehanizama koji invazivnim vrstama biljaka omogućava brzo širenje na nova staništa i dominaciju u biljnim zajednicama. Na alelopatske interakcije i produkciju alelohemikalija značajan uticaj imaju abiotički i biotički faktori. Ovi faktori utiču kako na produkciju alelohemikalija kod donorske vrste, tako i na transport i transformaciju ovih jedinjenja u životnoj sredini kao i na efekte alelohemikalija na fiziološke procese akceptorskih vrsta biljaka.

Najčešći i najviše proučavani morfološki indikatori alelopatske aktivnosti jesu: inhibicija klijanja semena, redukcija izduživanja korenka i hipokotila, kao i praćenje rasta i razvoja korena i stabla indikatorske vrste.

Specifične šumske i žbunaste zajednice koje prate vodene tokove, poznatije kao ritske, plavne, aluvijalne šume pokrivaju velike površine u Republici Srbiji. Kao edifikatorske autohtone vrste javljaju se razne vrste vrba i topola (*Salix alba* L., *Salix*

<sup>1</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (filip.grbovic@pmf.kg.ac.rs)

*fragilis* L., *Salix purpurea* L., *Populus alba* L., *Populus nigra* L., *Populus canescens* L.) (Jovanović, 1997.). Ekosistemi plavne zone Velike Morave su pretrpele značajne izmene, usled negativnog antropogenog uticaja poput eksploatacije šljunka i peska, isušivanja, kao i zagađivanja čvrstim otpadom i otpadnim vodama. Kao posledica brojnih negativnih uticaja, biljne zajednice priobalnih staništa Velike Morave postale su senzitivne na invaziju stranih flornih elemenata, koje se velikom brzinom šire duž rečnih sistema. Neke od veoma zastupljenih drvenastih i žbunastih invazivnih vrsta u plavnoj zoni reka Srbije (kao i Velike Morave) su *A. fruticosa* i *A. negundo*, dok su u manjem procentu zastupljene i *R. pseudoacacia* i *C. occidentalis*.

Ova studija imala je za cilj utvrđivanje i uporednu analizu alelopatske aktivnosti izabranih autohtonih (*S. alba*, *P. alba*, *P. nigra*) i invazivnih vrsta biljaka (*R. pseudoacacia*, *A. negundo*, *A. fruticosa*, *C. occidentalis*) plavnih ekosistema Velike Morave. Proučavan je uticaj ispirajućih materija sa listova ovih biljaka na klijanje semena i rast klijanaca indikatorske vrste *L. sativa*, uz pomoć bioeseja klijavosti na agaroznoj podlozi. Testirana je hipoteza da invazivne vrste biljaka poseduju veći alelopatski potencijal od autohtonih, što im omogućava konstantno povećanje brojnosti populacija i širenje u nove ekosisteme.

### Materijal i metode rada

Listovi proučavanih autohtonih i invazivnih vrsta prikupljeni su sa lokaliteta sela Bagrdan (opština Jagodina) na levoj obali Velike Morave i sela Vojska (opština Svilajinac), na desnoj obali Velike Morave. Prikupljeni biljni materijal osušen je na sobnoj temperaturi, samleven do praha, a zatim prosejavan kroz sita promera 1 mm.

Testirani su efekti ispirajućih materija iz listova izabranih donorskih vrsta na inhibiciju rasta indikatorske vrste *Lactuca sativa* L. (zelene salate) uz pomoć agarozne sendvič metode (Fujii i Shibuya, 1991.). Ova metoda omogućava da se istraži alelopatska aktivnost ispirajućih materija iz različitih biljnih organa koristeći agar kao podlogu i plejtove sa šest komora. Pet mililitara autoklaviranog agara je ohlađeno do oko 45°C i dodato u svaku komoru plejta u koju je ranije dodato po 10 mg ili 50 mg (koncentracija 0.1 i 0.5% respektivno) suvih listova. Nakon 45 minuta, dodato je još 5 ml agara i ostavljeno još sat vremena da se podloga učvrsti. Po pet semena vrste *L. sativa* su dodate na učvršćeni agar u svaku komoru plejta (ukupno 30 semena po plejtu). Plejtovi su zatim prebačeni na inkubaciju u termostatu, na 25°C (± 1°C) u mraku. Merenja su vršena nakon 72 sata inkubacije, uz pomoć digitalnog nonijusa. Eksperiment je izvršen u 3 ponavljanja.

Alelopatska aktivnost je determinisana kao inhibicija elongacije korenka indikatorske vrste u odnosu na kontrolu. Za kontrolu su korišćeni samo agarozni supstrati, bez biljnog materijala. Rangiranje rezultata alelopatskog bioeseja vršeno je korišćenjem koncepta ukupnog alelopatskog potencijala – UAP (Overall Allelopathic Potential - OAP) (Smith, 2013.).

Proračuni ukupnog alelopatskog potencijala su rađeni pomoću formule:

$$\text{UAP} = \text{srednja vrednost } (I_{10} + I_{50}) / 100$$

$I_{10}$  predstavlja procenat inhibicije rasta korenka u poređenju sa kontrolom na koncentraciji 0.1% (10 mg biljnog materijala u 10 ml agara).

$I_{50}$  predstavlja procenat inhibicije rasta korenka u poređenju sa kontrolom na 0.5% (50 mg biljnog materijala u 10 ml agara).

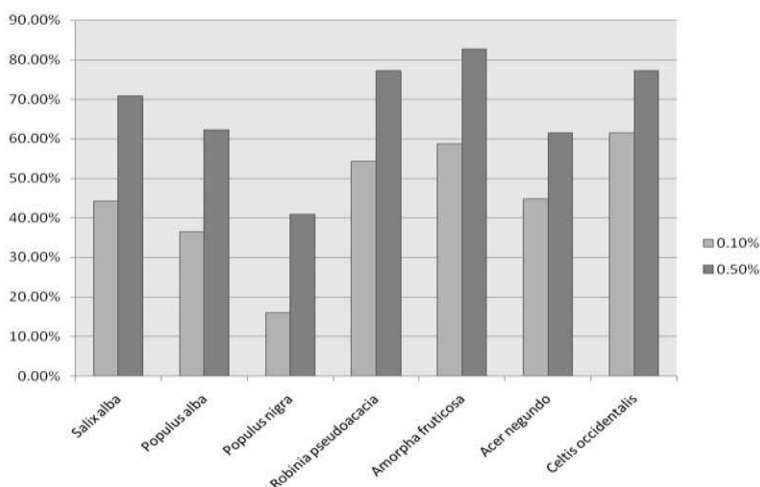
Dobijeni rezultati se rangiraju koristeći srednju vrednost zbira procenta inhibicije korenka podeljenog sa 100, pri čemu se dobija vrednost između 0 i 1. Maksimalan rezultat od 1 ukazuje da test materijal potpuno inhibira rast, dok rezultat 0 pokazuje da nema alelopatskih inhibicija.

Svi podaci su obrađeni i analizirani uz pomoć softvera za statističku obradu podataka Statistica 10.0 (StatSoft In., Tulsa, USA, 2011).

### Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati analize inhibitorne aktivnosti ispirajućih materija iz listova izabranih invazivnih i autohtonih vrsta plavnih ekosistema Velike Morave prikazani su na grafikonu 1. Dobijeni rezultati testa inhibicije korenka indikatorske vrste ukazuju da invazivne vrste biljaka poseduju visoku alelopatsku aktivnost. Kod autohtonih biljaka utvrđena je alelopatska aktivnost umerenog karaktera. Jedino je autohona vrsta *S. alba* pokazala visoku alelopatsku aktivnost.

Najveću inhibitornu aktivnost pri koncentraciji od 0.1% (10 mg listova u 10ml agara) pokazala je vrsta *C. occidentalis* (61.6%), potom vrsta *A. fruticosa* (58.7%), a zatim *R. pseudoacacia* sa procentom inhibicije od 54.4%. Listovi invazivne vrste *A. negundo* pokazali su relativno nižu inhibitornu aktivnost u odnosu na ostale invazivne vrste (44.8%). Među autohtonim vrstama, najveći inhibitorni potencijal pokazali su listovi vrste *S. alba* (44.3%), zatim vrsta *P. alba* (36.6%), dok je najnižu alelopatsku aktivnost imala vrsta *P. nigra* (16.1%).



Graf 1. Alelopatska aktivnost listova proučavanih vrsta  
(% procenat inhibicije rasta korenka *L. sativa*)

Graph 1. Inhibitory effect of leaf leachates of selected species  
(% of radicle growth inhibition of *L. sativa*)

Procenat inhibicije pri većoj koncentraciji od 0.5% (50mg listova u 10ml agara), opadao je po sledećem redosledu: *A. fruticosa* (82.8%) > *R. pseudoacacia* (77.3%) > *C. occidentalis* (77.2%) > *S. alba* (70.9%) > *P. alba* (62.2%) > *A. negundo* (61.6%) > *P. nigra* (40.9%). Ukupan alelopatski potencijal (UAP) ispitivanih vrsta, koji predstavlja srednju vrednost zbira procenta inhibicije na dve ispitivane koncentracije (0.1 i 0.5%), opada po sledećem redu: *A. fruticosa* > *C. occidentalis* > *R. pseudoacacia* > *S. alba* > *A. negundo* > *P. alba* > *P. nigra*. Pregled proučavanih vrsta prema kategorijama ukupnog alelopatskog potencijala prikazan je na tabeli 1.

Tabela 1. Raspored vrsta prema kategorijama ukupnog alelopatskog potencijala (UAP)

Table 1. Distribution of species by categories of overall allelopathic potential (OAP)

Kategorija alelopatske aktivnosti <i>Category of allelopathic activity</i>	Ispitivane biljne vrste <i>Tested plant species</i>	Ukupni alelopatski potencijal (UAP) <i>Overall allelopathic potential (OAP)</i>
Ekstremna alelopatska aktivnost <i>Extreme allelopathic activity</i> (0.75 – 1)	Nema <i>Absent</i>	/
Visoka alelopatska aktivnost <i>High allelopathic activity</i> (0.5 – 0.75)	<i>Amorpha fruticosa</i> L. <i>Celtis occidentalis</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Salix alba</i> L. <i>Acer negundo</i> L.	0.708 0.694 0.659 0.576 0.532
Umerena alelopatska aktivnost <i>Moderate allelopathic activity</i> (0.25 – 0.50)	<i>Populus alba</i> L. <i>Populus nigra</i> L.	0.494 0.285
Nealelopatska aktivnost <i>No allelopathic activity</i> (0 – 0.25)	Nema <i>Absent</i>	/

Najveći ukupni alelopatski potencijal u ovoj studiji pokazala je vrsta *A. fruticosa*. Ova vrsta je u mnogim zemljama, pa i kod nas, jedna od najrasprostranjenijih invazivnih vrsta (Radulović i sar., 2008.), sa sve širim arealom na različitim vlažnim staništima. Invazivne populacije vrste *A. fruticosa* narušavaju ekološku stabilnost prirodnih ekosistema, menjajući strukturu prirodnih zajednica i biotopa čime ugrožavaju opstanak autohtone flore i faune.

U plavnoj zoni na obalama Velike Morave vrsta *A. fruticosa* formira šikare koje imaju veoma siromašan sloj prizemne flore i u kojima ona apsolutno dominira. U manjem procentu se u ovim šikarama javlja *R. pseudoacacia*. Obe pomenute vrste pripadaju azotofiksirajućim vrstama iz familije Fabaceae, poreklom iz Severne Amerike. Azotofiksirajuće vrste imaju tendenciju ka većem alelopatskom potencijalu sa dominacijom u pionirskim i srednje sukcesivnim stadijumima vegetacije, doprinose povećanju dostupnosti azota, pri čemu menjaju hemijske karakteristike zemljišta i

sastav prizemne flore (Deneau, 2013.). Efekat invazije *A. fruticosa* je spregnut sa sinergističkim efektom vrste *R. pseudoacacia*, obzirom da je poznato da u prisustvu dve ili više invazivnih vrsta u zajednici dolazi do takozvanog “invazivnog topljenja” (Simberloff i Von Holle, 1999.). Efekat “invazivnog topljenja” označava kombinovini efekat dve invazivne vrste koji može biti jači od zbirnog efekta ovih vrsta kada bi delovale odvojeno.

Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje njihovog uticaja na autohtone vrste i ekosisteme jedan je od velikih izazova zaštite prirode u Evropi i Srbiji. Nažalost, veoma su male šanse da se invazivna vrsta potpuno ukloni iz ekosistema u koji se proširila. Međutim, postoje tendencije da se biomasa invazivnih vrsta biljaka eksploatiše u svrhe izolovanja alelohemikalija, koje se mogu koristiti u poljoprivredi. Naučnici ova jedinjenja vide kao budući potencijal u borbi protiv korova i štetočina. Ali, zbog opasnosti toksičnog uticaja na zemljišta, upotreba alelohemikalija u agrarnim ekosistemima mora se izvoditi uz ozbiljan monitoring.

Šira slika o alelopatskom potencijalu ispitivanih vrsta plavnih staništa Velike Morave zahteva kvantitativnu i kvalitativnu analizu potencijalnih alelohemikalija, interpopulacionu i intrapopulacionu varijabilnost ovih jedinjenja kod istraživanih vrsta, kao i uticaj abiotičkih i biotičkih faktora na sadržaj alelopatskih agenasa u biljnim tkivima, stelji i zemljištu.

### **Zaključak**

Alelopatski potencijal dominantnih vrsta biljaka plavnih ekosistema Velike Morave u znatnoj meri zavisi od toga da li je ispitivana vrsta autohtona ili invazivna. Rezultati ove studije pokazali su veći alelopatski potencijal proučavanih invazivnih vrsta u odnosu na ispitivane autohtone vrste. Najveću ukupnu alelopatsku aktivnost pokazala je vrsta *A. fruticosa*, jako invazivna vrsta plavnih staništa, dok je najmanju inhibitornu aktivnost pokazala vrsta *P. nigra*, autohtona vrsta koja je jedan od edifikatora plavnih šuma u priobalju Velike Morave. Dobijeni rezultati daju doprinos hipotezi o alelopatiji kao „novom oružju“ invazivnih vrsta, uz pomoć kojeg ove vrste povećavaju svoj invazivni potencijal, osvajaju nova staništa i postaju dominantne u ekosistemima.

### **Napomena**

Istraživanja u ovom radu deo su projekta Preklinička ispitivanja bioaktivnih supstanci (III41010) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### **Literatura**

- Callaway M., Ridenour M. (2004): Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Front. Ecol. Env.* 2: 436–443.
- Deneau K. (2013): The Effects of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) on Understory Vegetation and Soils in a Northern Hardwood Forest. Master Thesis. 212.

- Fujii Y., Shibuya T. (1991): A new bioassay for allelopathy with agar medium I. Assesment of allelopathy from litter leachates by sandwich method. *Weed Research*, Japan, 36: 152-153.
- Jovanović B. (1997): Krajrečna aluvijalna vegetacija. *Vegetacija Srbije II: Šumske zajednice I*. Sarić, M. (eds.), 1-166, Beograd, Srpska Akademija nauka i umetnosti.
- Radulović S., Skočajić D., Bjedov I., Đunisijević-Bojović D. (2008): *Amorpha fruticosa* L. on wet sites in Belgrade. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 97: 221-234.
- Simberloff D., Von Holle B. (1999): Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological invasions*, 1(1): 21-32.
- Smith P. (2013): Allelopathic Potential of the Invasive Alien Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera* Royle). PhD thesis. 101-102.
- StatSoft, Inc. (2011): STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

## ALELOPATHIC ACTIVITY OF NATIVE AND INVASIVE PLANT SPECIES OF FLOODPLAN HABITATS OF VELIKA MORAVA RIVER

Filip Grbović<sup>1</sup>, Snežana Branković<sup>1</sup>, Marina Topuzović<sup>1</sup>

### Abstract

The allelopathic activity of the selected native (*Salix alba* L., *Populus alba* L., *Populus nigra* L.) and invasive (*Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Celtis occidentalis* L., *Robinia pseudoacacia* L.) species were studied through the inhibition of seed germination and seedling growth of indicator species *Lactuca sativa* L. Sandwich allelopathic bioassay was used - allelopathic biotest with agar substrate. The results of allelopathic biotests show that the allelopathic potential of donor species decreases in the following order: *A. fruticosa* > *C. occidentalis* > *R. pseudoacacia* > *S. alba* > *A. negundo* > *P. alba* > *P. nigra*. Invasive species show greater allelopathic activity than natives, which can be a contribution to the „novel weapon hypothesis“ of invasive species.

**Key words:** invasive species, allelopathy, growth inhibition, floodplain habitats.

---

<sup>1</sup> University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (filip.grbovic@pmf.kg.ac.rs)